

論文 北陸～北日本に分布する 中新統石灰質ナンノ化石層序

佐藤時幸**・神崎 裕***・奥山貴男****・千代延俊*****

Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Miocene formations distributed in the Hokuriku to northern Japan

Tokiuyuki Sato**, Yutaka Kanzaki***, Takao Okuyama****, and Shun Chiyonobu*****

Abstract

We describe in detail the calcareous nannofossil biostratigraphy of the Miocene formations distributed in Hokuriku to northern Japan. *Helicosphaera ampliaperta* which indicates NN4 zone in early Miocene, is found in the Turikake, Tanosawa, Sunakobuchi, Kurosedani, Higashi-Innai and Kokozura Formations. The boundary between NN4/NN5 Zone is also traceable to the lower part of the Higashibessho and in the Sunakobuchi Formations. Although the Formations correlated to NN4 Zone are widely found in the Japan Sea side area, *Sphenolithus belemnus*, early Miocene marker species of NN3, is not found in these area. This indicates that the oldest marine sediments found in the Japan Sea side area are correlated to the interval between 14.91Ma and 17.71Ma.

1. はじめに

日本海側地域に分布する新第三系海成層の地質年代は、石油堆積盆地の形成過程を解明する上でも極めて重要な問題である。特に、日本海の形成と関連した最も古い海成層の年代に関しては、深海掘削計画（Ocean Drilling Program）による調査も含め数多くの調査と議論がなされて来た。

このような中、石油探鉱の調査進展とも相まって微化石の調査研究が飛躍的に進展し、日本海側地域に分布する新第三系海成層の詳細な地質年代が明らかになりつつある。本研究では、日本海側地域に分布する最下部海成層の年代を石灰質ナンノ化石から検討を行ったもので、これまで議論されて来た日本海の形成時期と関連する極めて重要な結果が得られた。本論では、日本海側地域を中心に、北陸～東北日本地域の下部-中部中新統石灰質ナンノ化石調査結果の詳細を述べ、微化石年代層序に基づく各地層群の地質年代と対比について報告する。

2. 調査地域の層序と試料

石灰質ナンノ化石調査試料は、日本海側地域を中心に北海道奥尻島、青森県深浦地区、秋田市東部の

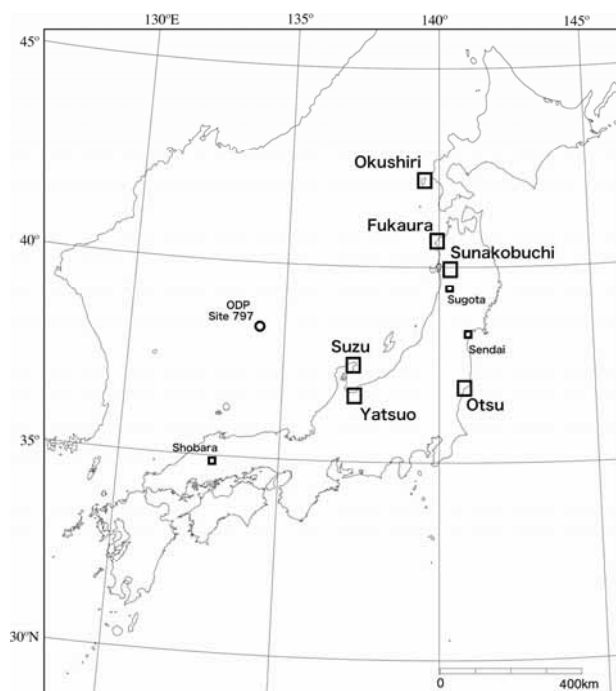


図1 調査地域および本論との関連地域。

**秋田大学大学院工学資源学研究科地球資源学専攻, Institute of Applied Earth Sciences Faculty of Engineering and Resource Science Akita University.

***中央開発株式会社, Chuo Kaihatsu Corporation.

****エヌエス環境株式会社, NS Environmental Science Consultant Corporation.

*****東北大学大学院理学研究科, Institute of Geology and Paleontology, Graduate School of Science, Tohoku University.

砂子淵地域, 富山県八尾地域, 能登半島珠洲地域, および太平洋側, 茨城県北部の大津地域で採取した (図 1)。

2.1. 北海道奥尻島

奥尻島はいわゆる日本海側グリーンタフ地域に含まれ, 新第三系は下位より青苗川層群, 釣懸層, 千畳層よりなる (秦ら, 1982⁽¹⁾)。青苗川層群はデイサイト質および安山岩質の火砕岩や溶岩よりなり, 一部亜炭層を含む陸成層である。釣懸層は青苗川層群を不整合で覆う。下部は砂岩よりなるが, 上部は北部で玄武岩火砕岩, 南部で軟質な泥岩よりなる。千畳層は珪質な泥岩よりなり, 下位の釣懸層を整合, 一部不整合で覆う。

試料は奥尻島南部, 青苗地区の青苗川流域の釣懸層から 3 試料を採取した (図 2)。

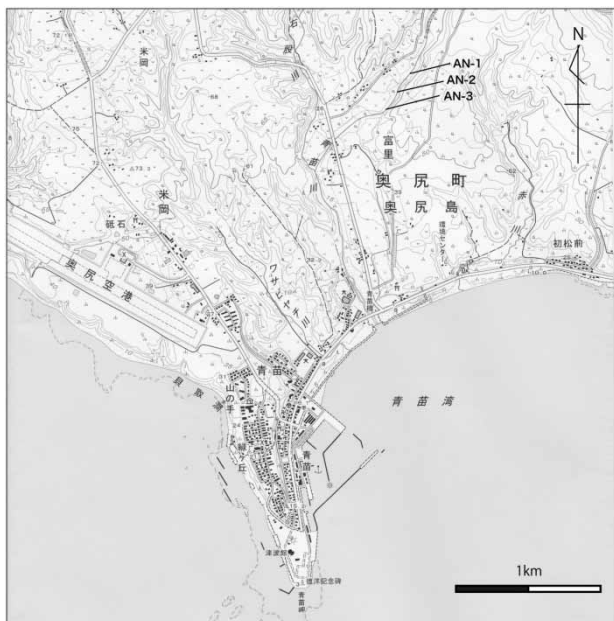


図 2 奥尻島青苗地区での試料採取位置 (国土地理院発行 1/25000 地形図「青苗」使用)。

2.2. 青森県深浦地域

深浦地域の新第三系は, 下位より大戸瀬層, 田野沢層, 大童子層からなる (盛谷, 1967⁽²⁾; 小笠原, 1977⁽³⁾など)。本研究で対象としたのは田野沢層で, 下位の大戸瀬層を不整合で覆う。田野沢層の岩相は, 最下部が細粒から極粗粒で淘汰の悪い石灰質砂岩からなり, 弱い層理を示す。海岸沿いの一部層準では大型有孔虫の *Operculina* が密集して産する。その上位は塊状なシルト岩で, 小型から直径 4cm にも達する大型のものまで様々な生痕化石が多数認められる。上部は安山岩質凝灰岩, 最上部が砂質泥岩よりなり, 最上部は風化が著しい。

本研究では貝良木から田野沢に至る海岸ルートで最下部の石灰質砂岩およびその上位の塊状シルト岩下部から 8 試料採取した。しかし, その上位層準

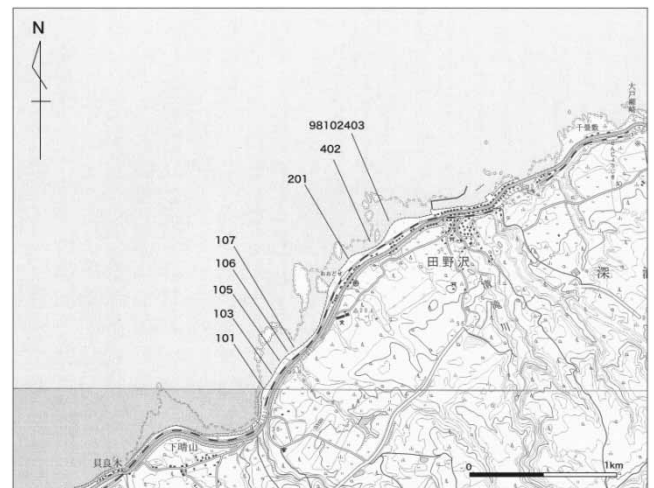


図 3 深浦地域における試料採取地点 (国土地理院発行 1/25000 地形図「田野沢」, 「北金ヶ沢」使用)。

では風化の影響が強く新鮮な試料の採取ができなかった (図 3)。

2.3. 秋田市砂子淵地域

秋田市東方で太平洋山縁に位置する鶴養一砂子淵地域は, いわゆるグリーンタフ地域として古くから注目され, 多くの研究がおこなわれてきた (井上, 1960⁽⁴⁾; 大沢ら, 1981⁽⁵⁾など)。本研究では大沢ら (1981)⁽⁵⁾の層序区分に従い, 秋田市東部岩見三内東方で砂子淵地域の三内川に流れ込む枝沢と, 鶴養地域の大又川流域で砂子淵層を対象に調査と試料の採取を行った (図 4)。一般に砂子淵層は玄武岩溶岩ないし玄武岩質火砕岩を主としているが, 調査地域砂子淵の枝沢では, 軽石質凝灰岩および凝灰質礫岩を主に砂質シルト岩一シルト質砂岩を多数挟在する。また貝化石片が多く, かつ, 上方細粒化を頻繁に繰り返すほか, リップアップクラストを多数に含む。リップアップクラストの最大のものは 1m 以上にも達するなど, タービダイト堆積物としての特徴を有する。砂子淵地域では, 砂質シルト岩ないしシルト質砂岩, および貝化石片を含む含礫砂岩などから 11 試料を採取した。

一方, 鶴養地域は, 断層関係で接する玄武岩質火山礫凝灰岩の上位に鶴養泥岩部層に対比される石灰質な硬質泥岩が分布する。泥岩部層は層理を呈するが, 砂子淵層より上位の珪質硬質泥岩よりなる女川層ほどの顕著な層理は有しない。また, 女川層の単層の厚さが 10cm 以下を主体とするのに対し, 鶴養泥岩部層の単層の厚さは 10cm 以上で, 上位の女川層と容易に区別できる。大又川沿いに分布する鶴養泥岩部層は塊状で, 下部で薄い凝灰岩を挟在する。上部では, 塊状泥岩と細粒凝灰岩との互層となり, 凝灰岩の厚さは厚いところでは 1m 以上にも達する。このような互層相は, 後述の本地域の南方で大仙市南部周辺に分布する大森層の岩相に極めて類似す

る。試料は、石灰質硬質泥岩を対象に合計 21 試料を採取した（図 4）。

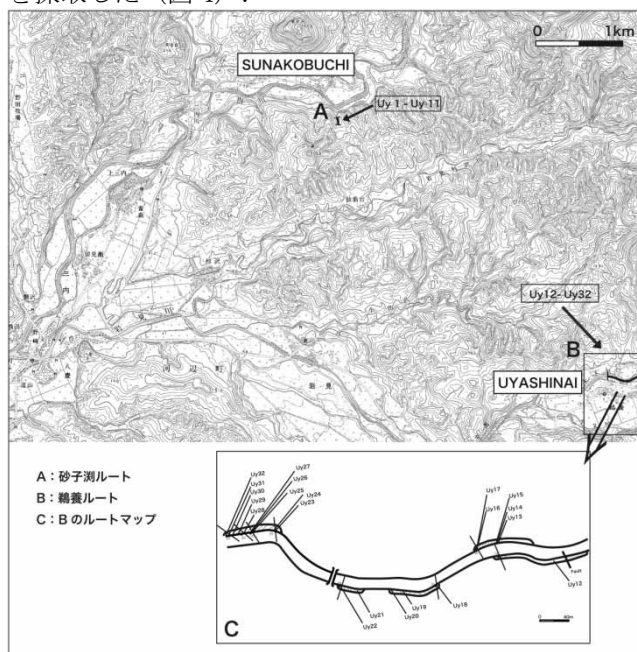


図 4 砂子淵地域の試料採取地点（国土地院発行 1/25000 地形図「太平洋」使用）。

2.4. 北陸八尾地域

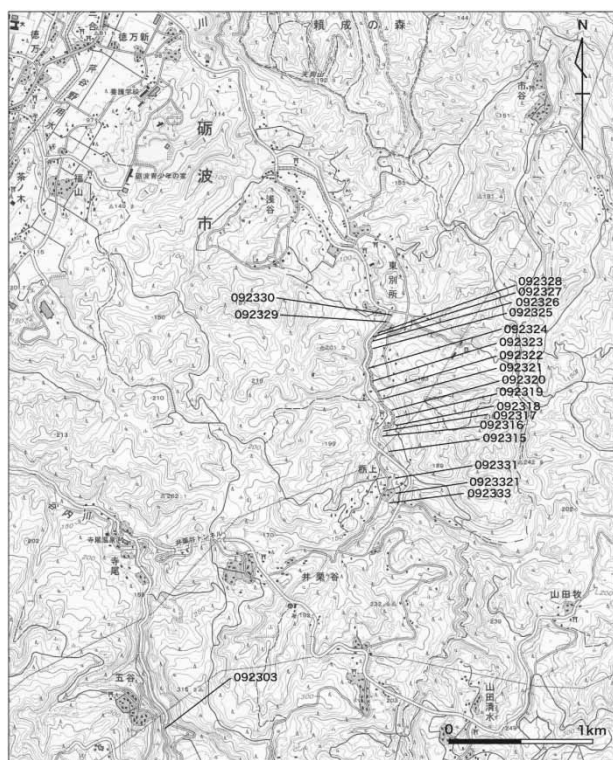


図 5 八尾地域の試料採取地点（国土地院発行 1/25000 地形図「宮森新」使用）。

富山県砺波市に分布する新第三系には *Vicarya* などの亜熱帯性貝化石が含まれることから、古くから古生物層序学的研究がなされてきた（津田，1955⁽⁶⁾など）。本調査では、小笠原ら（1990）⁽⁷⁾の層序区分に従い、黒瀬谷層から東別所層を対象に調査と試料の採取を行った（図 5）。

黒瀬谷層は下部から中部が砂岩と泥岩の互層からなり、上部は軽石質凝灰岩で泥岩を挟在する。上部の凝灰岩層は山田中凝灰岩部層として主部の砂岩・泥岩互相と区別されている。東別所層は黒瀬谷層を整合で覆い、下位より層理が顕著な硬質泥岩よりなる栃上泥岩部層、塊状細粒砂岩よりなる塩谷砂岩部層、塊状シルト岩よりなる浅谷シルト岩部層、および三谷泥岩部層で構成され、中新統天狗山層によって不整合で覆われる。

調査試料は砺波市東別所地域和田川ルートの東別所層から 19 試料、谷内川ルートの黒瀬谷層から 1 試料採取した（図 5）。

2.5. 能登半島珠洲地域

本地域には法住寺珪藻泥岩と呼ばれる珪藻土が特徴的に分布することから、珪質微化石や石灰質微化石からその地質層序学的研究が精力的に行われて来ている。中でも高山（1977）⁽⁸⁾の石灰質ナンノ化石調査結果は、本邦に下部中新統が分布する可能性を最初に示唆した貴重な論文となっている。層序は、船山（1988）⁽⁹⁾に従って、鶴飼西方の鳥屋尾で調査と試料採取を行った（図 6）。

本地域には東印内層と栗倉層が整合関係で分布する。東印内層は藤尾砂岩部層、法住寺珪藻質泥岩部層、赤神泥岩部層よりなる。調査の対象としたのはこのうち法住寺珪藻質泥岩部層で、軟質の塊状無層理な泥岩よりなる。珪藻質で海綿骨針を多く含み、石灰質および珪質微化石が多産する。調査試料は鳥屋尾で 7 試料採取した（図 6）。

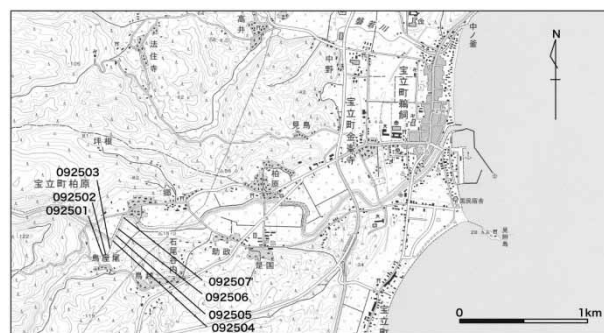


図 6 珠洲地域の試料採取地点（国土地院発行 1/25000 地形図「松波」使用）。

2.6. 茨城県大津地域

茨城県から福島県の海岸地域では、常磐炭田や常磐沖ガス田などの燃料資源の調査と相まって古くから層序学的検討が行われて来た（須貝・松井，

1953⁽¹⁰⁾など)。近年, 柳沢 (1996)⁽¹¹⁾は, 大津地域の湯長谷層群から多賀層群までを詳細に調査し, 多賀層群に対比されるとされてきた九面層が高久層群に対比される事を明らかにしている。

本研究では, 柳沢 (1996) の層序区分に従い, 茨城県北部の五浦海岸に分布する九面層で調査と試料の採取を行った (図 7)。

九面層は, 主に軽石を含む石灰質細粒～粗粒砂岩, および泥質砂岩よりなる。生物擾乱を強く受け淘汰は悪い。本地点には九面層を不整合で覆う平潟層, および平潟層を不整合で覆う大津層が分布する。調査試料は, 九面層を対象に 8 試料採取した (図 7)。



図 7 大津地域の試料採取地点 (国土地理院発行 1/25000 地形図「大津」使用)。

3. 石灰質ナanno化石層序と地質年代

3.1. 調査方法

試料は新鮮部を取り出し, スミアスライド法でプレパラートを作成した。すなわち, 指先大の試料をめのう乳鉢に入れ粉末を作成する。カバーガラスに粉末を置き, 水を一滴滴下する。爪楊枝で広く延ばしホットプレートで乾燥させ光硬化剤で封入する。ただし, 砂岩の場合は沈降法で処理した。方法は同様にめのう乳鉢で細かく砕いた後, 小型ビーカーに入れ水を加える。ストローで攪拌した後 20 秒ほど放置, ストローで上澄みを吸い上げカバーガラスに広く滴下する。40℃の低温で乾燥させた後, 光硬化剤で封入し, プレパラートを完成させる。

観察には偏光装置を備えたオリンパス生物顕微鏡 BX50 を用い, 1500 倍で石灰質ナanno化石種の鑑定を行った。調査では, 定量解析を行わず, プレパラート内を調査して産出した石灰質ナanno化石種を記載した。

3.2. 鑑定結果

3.2.1. 奥尻島-釣懸層

調査した 3 試料すべてから石灰質ナanno化石が産出した。産出した石灰質ナanno化石は 7 属 13 種 (sp. を含む) である (表 1)。全体的に保存状態が良く, 産出個体数も多い。中でも小型の *Reticulofenestra* spp. および *Coccolithus pelagicus* が多く, 両種で

表 1 釣懸層から産出した石灰質ナanno化石。

Age	early Miocene		
Calcareous nannofossil zone (Martini, 1971)	NN4		
	An-1	An-2	An-3
Sample No.			
<i>Braarudosphaera bigelowii</i>		*	
<i>Calcidiscus premacintyreii</i>	*		
<i>Coccolithus miopelagicus</i>	*	*	*
<i>Coccolithus pelagicus</i>	*	*	*
<i>Discoaster deflandrei</i>	*	*	*
<i>Discoaster</i> spp.	*	*	*
<i>Helicosphaera ampliapertura</i>	*	*	*
<i>Helicosphaera carteri</i>	*		*
<i>Helicosphaera euphratis</i>	*	*	*
<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i>	*	*	*
<i>Reticulofenestra</i> spp.	*	*	*
<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	*	*	*
<i>Sphenolithus moriformis</i>	*	*	*

*: present

全体の 80%以上を占める。地質年代決定に重要な種を見てみると, 古第三紀から前期中新世に多い *Discoaster deflandrei* が産するほか, その産出上限が中期中新世の石灰質ナanno化石帯 NN5/NN6 境界を定義する *Sphenolithus heteromorphus* が 3 試料ともに産出した。また, その絶滅が NN4/NN5 境界を定義する *Helicosphaera ampliapertura* は 3 試料いずれからも産出した。これらのことから, 今回の調査層準は間違いなく前期中新世末の NN4 帯に対比される。

3.2.2. 深浦地域-田野沢層

田野沢層最上部の塊状シルト岩からは石灰質ナanno化石が産出しなかったものの, 図 3 に示した田野沢層下部から上部の 8 試料すべてから保存状態の良い石灰質ナanno化石が豊富に産出した (図 8)。

全体として現在のグリーンランド周辺海域に多産する典型的な寒流系種 *Coccolithus pelagicus* が群集の 70%以上を占める最優占種となっている。一方, 近年, 海洋の成層構造を示唆すると考えられるようになった (佐藤・千代延, 2009⁽¹²⁾) *Discoaster* 属も連続で産出し, 特に下部中新統以下で多い *Discoaster deflandrei* が比較的豊富に産出する。地質年代決定に重要な種を見てみると, その産出上限が中期中新世の石灰質ナanno化石帯 NN6/NN7 境界にある *Cyclicargolithus floridanus* が全層準を通じて産出したほか, 同様にその産出上限が NN5/NN6 境界を定義する *Sphenolithus heteromorphus* もすべての試料から産出した。産出した中で特に重要な種として, その絶滅が前期中新世末の NN4/NN5 境界を定義する *Helicosphaera ampliapertura* は同様にす

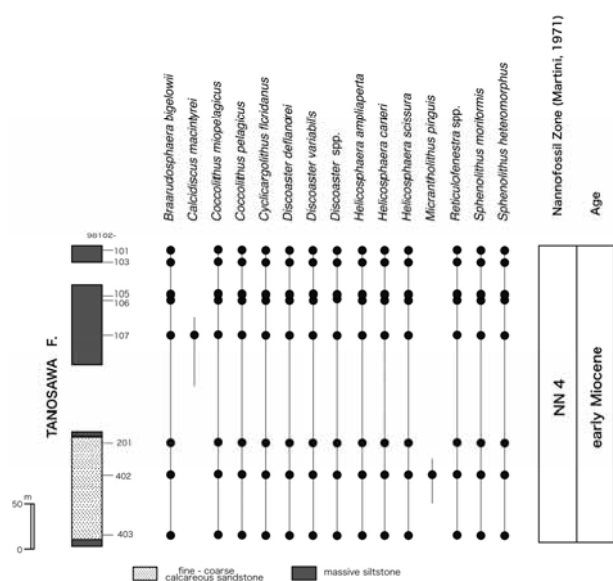


図8 田野沢層から産出した石灰質ナンノ化石群集。

すべての試料から産出する。これらの種の産出は、田野沢層が前期中新世末のNN4帯に間違いなく対比される事を示唆している。

なお、田野沢層下部の試料402に古第三紀から中新世まで生息した *Micrantholithus pinguis* が数個体産出した。この種は中新世でも僅かに報告があるものの、一般には古第三紀に多くの報告がある種であり、注目される。

3.2.3. 砂子淵地域-砂子淵層

砂子淵ルート、および鶴養ルートの砂子淵層いずれからも石灰質ナンノ化石が産出した。鶴養枝沢ルートでは、試料によっては石灰質ナンノ化石産出個体が少ないものの、石灰質砂岩やシルト岩からは保存状態の良い比較的多くの個体が認められた(図9)。全体を通して寒流系種の *Coccolithus pelagicus* および小型の *Reticulofenestra* spp. が最も多く、かつ、ほぼ連続で産した他、*Sphenolithus* 属や *Helicosphaera* 属も多く認められた。地質年代決定に重要な種を見てみると、古第三紀から前期中新世に多い *Discoaster deflandrei* が産するほか、その産出上限が中期中新世の石灰質ナンノ化石帯 NN5 / NN6 境界を定義する *Sphenolithus heteromorphus* が試料 Uy3 から 10 まですべてで産出した。また、その絶滅が NN4/NN5 境界を定義する *Helicosphaera ampliata* は Uy1 から Uy7 の試料から産出した。これらの結果、本ルートでは最上部の Uy11 を除いた砂子淵層が前期中新世のNN4帯に対比される事を示唆している。最上位の試料 Uy10 は石灰質ナンノ化石の産出個体が少ないため、明確な地質年代を決定できないが、*Sphenolithus heteromorphus* が産する事から、NN4帯かNN5帯のいずれかに対比されることは間違いない。

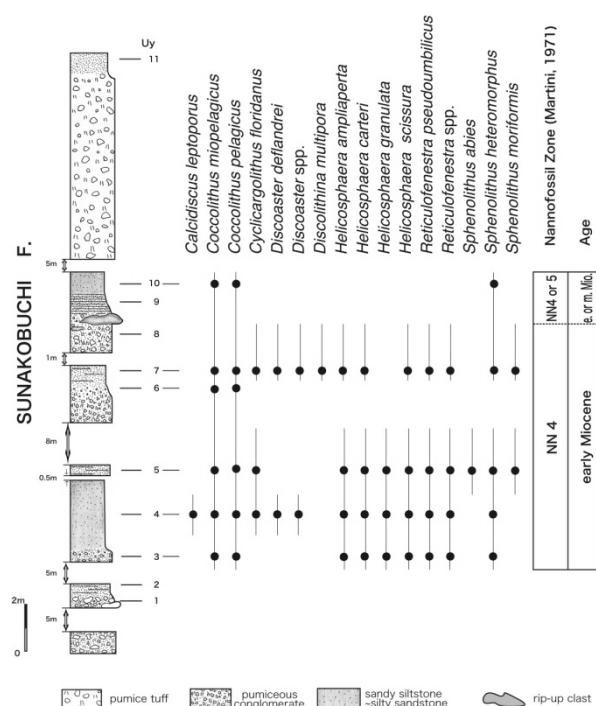


図9 砂子淵地域の砂子淵層から産出した石灰質ナンノ化石。

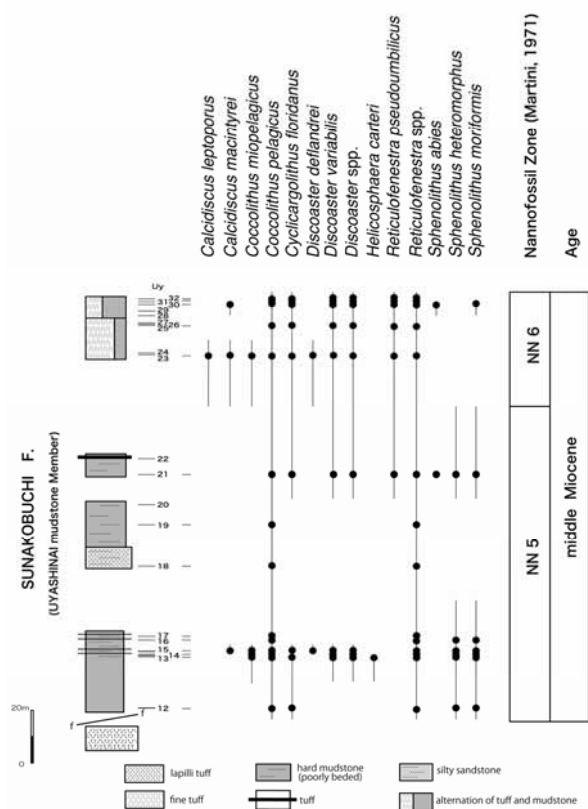


図10 鶴養地域砂子淵層鶴養泥岩部層から産出した石灰質ナンノ化石群集。

一方、鶴養ルートの砂子洩層鶴養泥岩部層では、一部試料をのぞき、比較的多くの石灰質ナンノ化石が産出した（図 10）。保存状態は若干悪いものの、下部、および上部の試料の数試料では保存状態の良い個体が認められた。全体的に小型の *Reticulofenestra* spp. が最も多産し、次いで寒流系種の *Coccolithus pelagicus* が多い。また、上部では比較的大型の石灰質ナンノ化石種である *Reticulofenestra pseudumbilicus* が多くなる傾向にある。地質年代の決定に重要な種を見てみると、産出上限が中期中新世の石灰質ナンノ化石帯 NN5/NN6 境界を定義する *Sphenolithus heteromorphus* が最下部の試料 Uy12 から Uy21 までほぼ連続に産出するが、それより上位には認められない。その産出上限が中期中新世の石灰質ナンノ化石帯 NN6/NN7 境界にある *Cyclicargolithus floridanus* はほぼ連続で最上部の試料まで産出する。この結果、鶴養ルートの砂子洩層鶴養泥岩部層は中期中新世初めの NN5 から NN6 帯に対比され、NN5/NN6 境界は泥岩と凝灰岩の互層相より下位に位置する。

3.2.4. 北陸八尾地域-黒瀬谷層，東別所層

東別所層で採取したいずれの試料からも多くの保存状態の良い石灰質ナンノ化石が産出した（図 11）。他地域と同様、最も多産するのは小型の *Reticulofenestra* spp. と現在のグリーンランド海域などに多い *Coccolithus pelagicus* である。そのほか温暖な環境を示唆する *Sphenolithus* 属や *Discoaster* 属、*Cyclicargolithus floridanus* なども多い。地質年代決定に重要な種を見てみると、その産出上限が中期中新世の石灰質ナンノ化石帯 NN6/NN7 境界にある *Cyclicargolithus floridanus* が全層準を通じて産出した。同様に、その産出上限が NN5/NN6 境界を定義する *S. heteromorphus* もすべての試料で認められる。一方、産出した中で特に重要な種であり、その絶滅が NN4/NN5 境界を定義する

Helicosphaera ampliaperta は下位から連続で産出するものの、東別所層中部の試料 319/320 の間を境にそれより上位では全く認められない。これらの種の産出は、本ルートの東別所層下部が前期中新世の NN4 帯、それより上位が中期中新世 NN5 帯で、試料 318/319 の間に NN4/NN5 境界が位置することを示唆する。一方、東別所層より下位の黒瀬谷層については、1 試料であるが谷内川ルートで採取した試料を調査した。その結果、表 2 に示した石灰質ナンノ化石が認められた。すなわち、東別所層下部と同様に、*C. floridanus*, *S. heteromorphus* とともに *H. ampliaperta* が特徴的に産し、黒瀬谷層も東別所層下部と同様に前期中新世 NN4 帯に対比される事を示している

表 2 八尾地域黒瀬谷層から産出した石灰質ナンノ化石。

Age	e. M.
Calcareous nannofossil zone (Martini, 1971)	NN4
Sample No.	092303
<i>Coccolithus miopelagicus</i>	*
<i>Coccolithus pelagicus</i>	*
<i>Cyclicargolithus floridanus</i>	*
<i>Discoaster deflandrei</i>	*
<i>Discoaster</i> spp.	*
<i>Helicosphaera ampliaperta</i>	*
<i>Helicosphaera carteri</i>	*
<i>Helicosphaera scissura</i>	*
<i>Reticulofenestra</i> spp.	*
<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	*
<i>Sphenolithus moriformis</i>	*

*: Present, e. M.: early Miocene

3.2.5. 珠洲地域-法住寺珪藻泥岩

表 3 法住寺珪藻泥岩から産出した石灰質ナンノ化石。

Age	early Miocene					
Calcareous nannofossil zone (Martini, 1971)	NN4					
Sample No.	92503	92504	92505	92506	92507	
<i>Braarudosphaera bigelowii</i>	*			*		
<i>Calcidiscus leptoporus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Calcidiscus macintyre</i>	*		*		*	
<i>Calcidiscus premacintyre</i>						
<i>Coccolithus miopelagicus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Coccolithus pelagicus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Cyclicargolithus floridanus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Discoaster deflandrei</i>	*	*	*	*	*	
<i>Discoaster variabilis</i>		*	*	*	*	
<i>Discoaster</i> spp.	*	*	*	*	*	
<i>Helicosphaera ampliaperta</i>	*	*	*	*	*	
<i>Helicosphaera carteri</i>	*	*	*	*	*	
<i>Helicosphaera euphratis</i>	*					
<i>Helicosphaera scissura</i>	*	*	*	*	*	
<i>Pontosphaera multipora</i>	*	*		*	*	
<i>Reticulofenestra pseudumbilicus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Reticulofenestra</i> spp.	*	*	*	*	*	
<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	*	*	*	*	*	
<i>Sphenolithus moriformis</i>	*	*	*	*	*	

*: Present

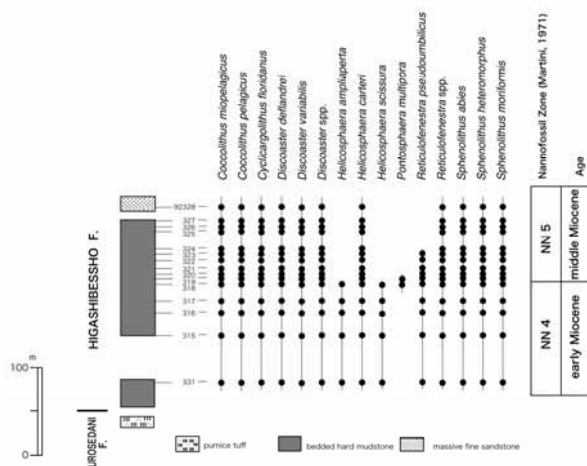


図 11 八尾地域東別所層の石灰質ナンノ化石層序。

採取した5試料いずれからも保存状態の良い石灰質ナンノ化石が多産した(表3)．多産したのは小型の *Reticulofenestra* spp. および *Coccolithus pelagicus* で, *Helicosphaera carteri* や *R. pseudumbilicus* など多い．地質年代決定に重要な種も多く含まれる．すなわち産出上限が中期中新世の NN6/NN7 境界にある *C. floridanus*, 同じく産出上限が NN5/NN6 境界を定義する *Sphenolithus heteromorphus*, その絶滅が前期中新世末の NN4/NN5 境界を定義する *Helicosphaera ampliaperta* などがすべての試料から産出した．このことは, 東院内層法住寺珪藻泥岩が前期中新世 NN4 帯に間違いなく対比される事を示す．

3.2.6. 大津地域-九面層

調査した8試料のうち, 2試料から保存状態の良い石灰質ナンノ化石が多産した．他地域と同様に寒流系種の *Coccolithus pelagicus* および小型の *Reticulofenestra* spp. が最も多産した(図12)．

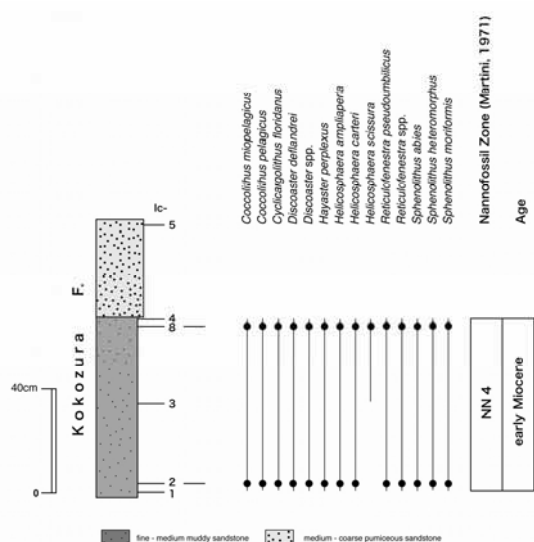


図12 大津地域九面層から産出した石灰質ナンノ化石．

地質年代決定で重要な種を見てみると, 産出上限が NN6/NN7 にある *C. floridanus*, 同じく産出上限がそれぞれ NN5/NN6 境界および NN4/NN5 境界を定義する *S. heteromorphus* および *H. ampliaperta* が特徴的に見いだされる．このことは, 九面層が前期中新世の NN4 帯に確実に対比される事を示唆している．

4. 各地層の地質年代

4.1. 対 比

本調査結果は, Martini(1971)⁽¹³⁾が設定した石灰質ナンノ化石帯区分の指標種が, 本邦日本海側の西下部-中部中新統西黒沢階に明確に追跡可能である事を示唆し, 各地層の詳細な地質年代決定が可能である事を示している．すなわち, 日本海側地域, 奥

尻島の釣懸相, 深浦地域の田野沢層, 秋田地域の砂子渚層下部, 砺波地域の黒瀬谷層から東別所層下部, 珠洲地域東院内層法住寺珪藻泥岩, および太平洋側, 大津地域の九面層いずれもが前期中新世の NN4 帯に確実に対比される事を示す(図13)．また, 中期中新世初め NN5 帯に対比されるのは砂子渚層中部, 東別所層上部などで, 中期中新世中期の NN6 帯には秋田地域の砂子渚層上部, 鶴養泥岩部層が対比される．

すでに, 東北日本を中心にこれまで多くの石灰質ナンノ化石調査が行われてきた．これまで報告があった代表的な地層を加えて改めて対比すると, 次のようになる(図13)．秋田県南部の出羽丘陵一帯に分布する須郷田層は NN4 帯-NN5 帯に対比され, その上位の大森層が NN6 帯に相当する(佐藤ら, 1991⁽¹⁴⁾)．同様に, 秋田県の秋田から仁賀保に至る海岸線部地下で多くの石油探査井で確認された秋田-庄内油田系列玄武岩に挟在する堆積岩類は NN4-NN5 帯に, その直上で酸性凝灰岩を挟在する泥岩相が NN6 帯に対比される(佐藤ら, 1991⁽¹⁴⁾)．山形県北部の新庄盆地一帯に厚く分布する泥岩相の鏡沢層も同様に NN6 帯であり(馬場ら, 1991⁽¹⁵⁾)．その北方の同じく石灰質泥岩よりなる大森層, 砂子渚層上部の鶴養泥岩部層と同じ地質時代に対比される．とくに, NN6 帯に対比される大森層やその北方の鶴養泥岩部層, および石油探査井で確認された秋田-庄内油田系列玄武岩直上の泥岩相は, いずれも酸性凝灰岩を挟在する類似した岩相を呈しており, 岩相對比から見ても秋田地域一帯の NN6 帯に相当する堆積岩類の特徴といえる．

一方, 太平洋側地域では, 仙台-一関にかけての Oda et al. (1984)⁽¹⁶⁾の調査によると, 旗立層が NN5, NN6, NN7 に対比される．西南日本の広島県庄原地域では是松層と板橋層が NN4 帯に確実に対比される(Yamamoto and Sato, 1999⁽¹⁷⁾)．これとは別に, 日本海の構造発達を解明する目的で実施された ODP Leg 127 では多くの地点で調査が実施された．その中でも日本海中央部に位置する Site 797 では比較的豊富な石灰質ナンノ化石が産出し, NN4, NN5, NN6 帯を確認した(Rahman, 1992⁽¹⁸⁾)が, それより古い年代を示唆する石灰質ナンノ化石は認めていない．

4.2. 地質年代

微化石層序に基づく地質年代の決定は, 国際深海掘削計画の進展に伴い, 古地磁気年代と微化石層序との関連, および環境変動の周期性に基づく年代補正などから, きわめて正確な地質年代が得られるようになっている．とくに, 石灰質ナンノ化石は微化石の中でも地質年代の決定上重要な指標種が汎世界的に分布すること, および古地磁気層序との関係が一定である事などから, きわめて重要な微化石である事が指摘されている．このような微化石年代は, 近年 GTS2004 (Gradstein et al., 2004⁽¹⁹⁾)として

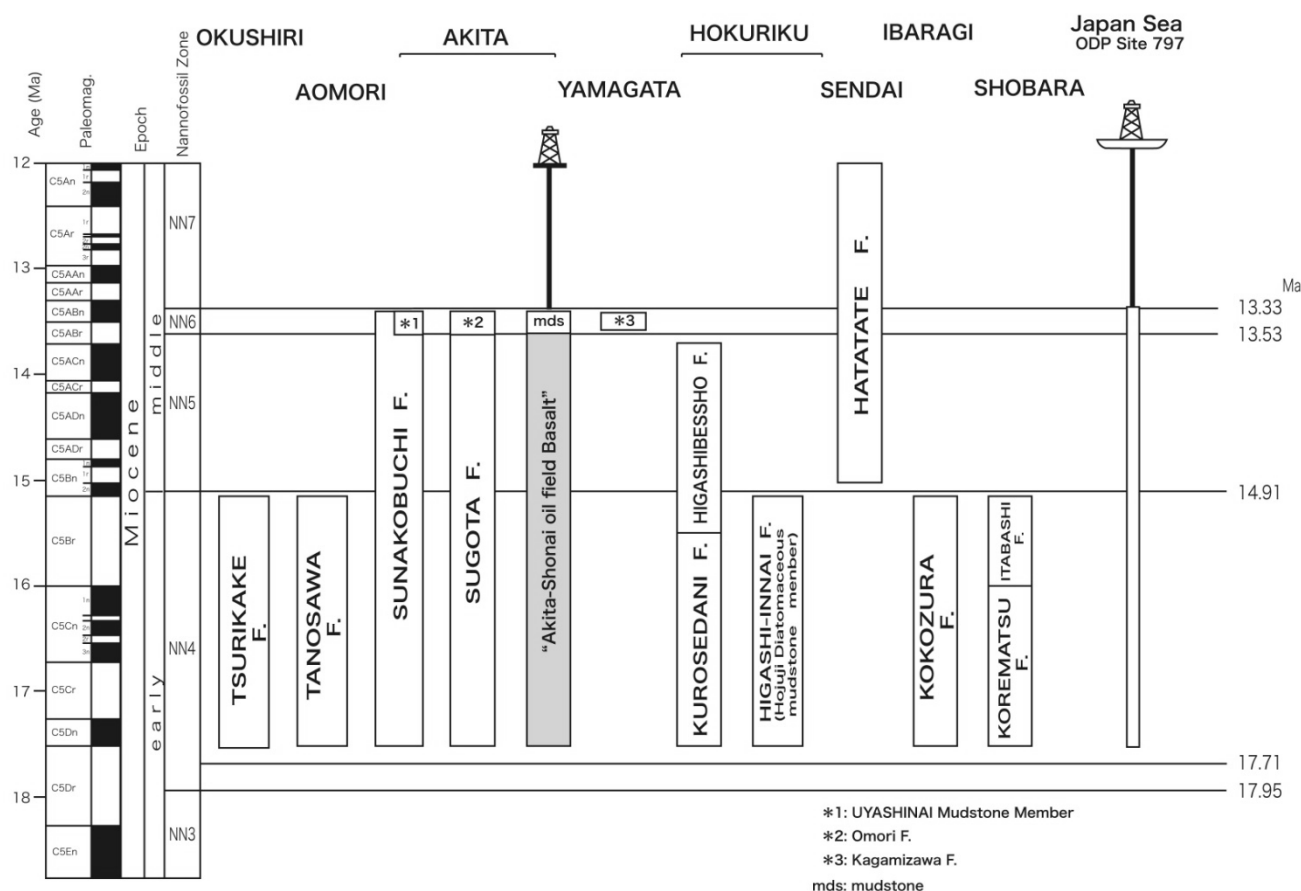


図 13 石灰質ナンノ化石に基づく本邦の下部-中部中新統の地層対比.

総括・出版され、汎地球的な歴史的イベントの年代解明に用いられている。

本邦に分布する下部-中部中新統の石灰質ナンノ化石調査結果は必ずしも多くはない。高山が法住寺珪藻泥岩の石灰質ナンノ化石調査で、本邦に最初に NN4 帯が存在する可能性を最初に報告したのは 1977 年の事である (高山, 1977⁽⁸⁾)。その後、佐藤・高山 (1982)⁽²⁰⁾ や佐藤 (1982)⁽²¹⁾ など西黒沢期の石灰質ナンノ化石群集を論じたが、その細分の可能性については、未だ明確ではなかった。その後佐藤ら (1991)⁽¹⁴⁾ は、本邦に前期中新世 NN4 帯に対比される地層が存在する事を初めて明らかにしたばかりでなく、秋田-庄内の油田系列地下に 1000m 以上の厚さで分布する玄武岩類が NN4-NN5 帯に対比され、日本海形成と密接に関連する火山活動であること、その分布にきわめて大きな特徴がある事を指摘した。

今回の筆者らの石灰質ナンノ化石調査結果から、本邦に分布する中新統地層群の地質年代を GTS2004 に基づいて改めて見てみる (図 13)。日本海側地域の奥尻島から深浦、秋田北陸および庄原では、これまで報告が少なかった下部中新統 NN4 帯に対比される地層群が広く分布する。これらの地層群では *S.*

heteromorphus および *H. ampliaperta* が産出し、*S. belemnoides* が産出しないことから 17.71Ma から 14.91Ma の間に間違いなく対比される。このことと、国際深海掘削計画の成果も加味すると、日本海側地域に分布する最下位の海成層は、最も古く見積もっても 17.71Ma であることを示唆し、その分布範囲もきわめて広い事を示す。また、秋田地域地表および地下に広く分布する NN6 帯の酸性凝灰岩を挟在する石灰質泥岩相は、13.53Ma から 13.33Ma の間に対比され、油田系列玄武岩の活動は少なくとも 13.53Ma に終了する (佐藤ら, 1991⁽¹⁴⁾)。ただし、油田系列玄武岩に対比される砂子層の玄武岩類の活動終了時期は本調査結果から見ると 14.91Ma 付近に推定される。

5. おわりに

本論では、日本海側地域に分布する下部-中部中新統の地質年代と対比を石灰質ナンノ化石から検討した。調査結果は下部中新統 NN4 帯に対比される地層群が広く分布する事を示し、かつその地質年代は最も古く見積もっても 17.71Ma であることを示す。これらの調査結果は、日本海の形成時期を考察する上できわめて重要であり、その点の議論に関しては、

男鹿半島の西黒沢層，および出羽丘陵一帯の中新統の調査が終了次第，別途報告する予定でいる。

6. 引用文献

- (1) 秦 光男・瀬川秀良・矢島淳吉 (1982) : 奥尻島北部及び南部地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 83p.
- (2) 盛谷智之 (1967) : 深浦地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 83p.
- (3) 小笠原憲四郎 (1977) : 田野沢層とその軟体動物群. 藤岡一男退官記念論文集, 367-383 頁.
- (4) 井上 武 (1960) : 秋田油田地域における含油第三系およびその基盤グリーン・タフの火成層所學的研究. 秋田大学鉱山学部地下資源開発研究所報告, no. 23, 1-79 頁.
- (5) 大沢 濃・加納 博・丸山孝彦・土谷信之・伊藤雅之・平山次郎・品田正一 (1981) : 太平山地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 69 結.
- (6) 津田禾粒 (1955) : 八尾層群の堆積環境について一いわれる Green Tuff 地域の新統に関する堆積環境の研究 (その 1). 地質学雑誌, 61 卷, 532-542 頁.
- (7) 小笠原憲四郎・金子一夫・清水正之・広岡公夫 (1990) : 八尾周辺の第三系. 日本地質学会第 97 年年会 (富山大会) 見学旅行案内書, 1-23 頁.
- (8) 高山俊昭 (1977) : 石灰質超微化石からみた「法住寺珪藻泥岩」の地質時代. 金沢大学教養部論集, 自然科学, 14 卷, 71-79 頁.
- (9) 船山政昭 (1988) : 能登半島珠洲地域の新第三系の岩相および放散虫化石層序. 東北大学地質古生物研究邦文報告, 91 号, 15-41 頁.
- (10) 須貝貫二・松井 寛 (1953) : 常磐炭田湯本東部地区調査報告. 地質調査所報告, 157 号, 1-58 頁.
- (11) 柳沢幸夫 (1996) : 茨城県北茨城市大津地区に分布する新第三系多賀層群の珪藻化石層所. 国立科学博物館専報, 29 号, 41-59 頁.
- (12) 佐藤時幸・千代延俊 (2009) : 石灰質ナンノ化石サイズ変化と *Discoaster* 生産量変化からみた新生代古海洋変動. 化石, 86 号, 12-19 頁.
- (13) Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci, A. (Ed.), *Proc. 2nd Planktonic Conf. Roma*, 1970, Proc. 2: Roma (Tecnoscienza), p. 738-785.
- (14) 佐藤時幸・馬場 敬・大口健志・高山俊昭 (1991) : 日本海側における海成下部中新統の発見と東北日本の台島期-西黒沢期の環境変動. 石油技術協会誌, 56 卷, 263-279 頁.
- (15) 馬場 敬・越川憲一・金子光好・佐藤時幸・大口健志・田口一雄 (1991) : 新庄盆地北縁部及位地域のグリーンタフ層序に関する新知見. 石油技術協会誌, 56 卷, 135-147 頁.
- (16) Oda, M., Hasegawa, S., Honda, N., Maruyama, T., and Funayama, M. (1984): Integrated biostratigraphy of planktonic foraminifera, calcareous nannofossils, radiolarians and diatoms of middle and upper Miocene sequences of Central and Northeast Honshu, Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 46, p. 53-69.
- (17) Yamamoto, Y. and Sato, T. (1999): Miocene calcareous nannofossils of the Bihoku Group in the Shobara area, Hiroshima Prefecture, Southwest, Japan. *J. of Geosciences, Osaka City Univ.*, vol. 42, Art. 4, p. 55-67.
- (18) Rahman, A. (1992): Calcareous nannofossil biostratigraphy of Leg 127 in the Japan Sea. *Proc. Of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, vol. 127/128, p. 171-186.
- (19) Gradstein, F., Ogg, J., and Smith, A. (2004): *A Geologic Time Scale*. Cambridge University Press, 589 pp.
- (20) 佐藤時幸・高山俊昭 (1982) : 石灰質ナンノ化石からみた西黒沢層の地質年代. 日本地質学会第 89 年学術大会討論会資料「西黒沢期に関する諸問題」, 90-94 頁.
- (21) 佐藤時幸 (1982) : 石灰質微化石群集に基づく七谷層と西黒沢層の生層序學的研究. 石油技術協会誌, 47 卷, 374-379 頁.